

University of Groningen

Spectroscopy of nuclei used in Mössbauer studies

Sanders, Roelof

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1969

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Sanders, R. (1969). *Spectroscopy of nuclei used in Mössbauer studies*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

SUMMARY

This thesis deals with spectroscopic properties of low lying levels of nuclei that are used in Mössbauer investigations. As discussed in chapter 1, accurate knowledge of the properties of these states, the ground states, and the transitions between them is necessary for the quantitative interpretation of Mössbauer spectra. Relations are given between the parameters of a Mössbauer spectrum and nuclear spectroscopic parameters, some of which have been studied in this investigation.

The delayed coincidence method for measuring lifetimes (one of the nuclear parameters) is treated in chapter 2. For the sake of completeness other methods for measuring lifetimes are also briefly mentioned. Gamma lines that show the Mössbauer effect are emitted by deexcitation of low lying levels with half-lives between about 0.1 and 100 ns; this is in the time range where the delayed coincidence method yields the most accurate results.

In chapter 3 the instruments that have been used in the experiments are described. Most attention is paid to the calibration circuit that has been used in the lifetime measurements. This encompasses a pulse pair generator that simulates multiplier pulses and a receiver adjustable from 10 to 500 MHz. With the aid of this calibration circuit our lifetime measuring equipment can be accurately calibrated for the measurement of half-lives between 1 and 100 nanoseconds. An automatic arrangement for gamma-gamma angular correlation measurements is also described in this chapter.

In chapters 4 to 7 measurements on low lying levels in the nuclei ^{57}Fe , ^{119}Sn , ^{129}I and ^{133}Cs are reported.

The results of our lifetime measurements are summarized in table 1.

Angular correlations of gamma-gamma cascades in ^{133}Cs and ^{129}I have been measured. The anisotropy of the 356 keV-81 keV gamma-gamma cascade in ^{133}Cs has often been measured and could therefore be used to check the performance of our angular correlation apparatus. If we fit the measured angular correlation for ^{133}Cs by the expression

$W(\theta) = \sum_{\substack{k=0 \\ k \text{ even}}}^{k_{\max}} A_{kk} P_k(\cos \theta)$ in which P_k are Legendre polynomials, we find for the normalized expansion coefficients

$$A_{22} = 0.0352 \pm 0.0022$$

$$A_{44} = 0.0045 \pm 0.0029.$$

From these data we derive a value $\delta = -0.150 \pm 0.003$ for the E2/M1 mixing ratio of the 81 keV transition. Our results are in agreement with those of other authors.

For the angular correlation of the 455 keV-27.7 keV gamma-gamma cascade in ^{129}I we find a small anisotropy with

$$A_{22} = -0.0148 \pm 0.0029$$

$$A_{44} = -0.0068 \pm 0.0043.$$

From these results we derived the values of the E2/M1 mixing ratio of the 455 keV transition summarized in table 7.3 of chapter 7.

Table 1
Survey of half-life measurements.

Nucleus	Energy of level (keV)	Half-life (ns)
^{57}Fe	14.4	100.8 ± 1.2^a ; 98.9 ± 0.7^b ; 99.8 ± 0.8^c ;
	136	10.1 ± 0.4^b ; 8.2 ± 0.7^c
^{119}Sn	23.9	18.7 ± 0.3^a
^{129}I	27.7	16.8 ± 0.2^a
^{133}Cs	81	6.25 ± 0.08^a

a. Evaluated by the "slope" method.

b. Evaluated by the convolution method assuming a squared cosine function for the prompt spectrum.

c. Evaluated by the convolution method assuming a Gaussian function for the prompt spectrum.

In the last chapter we report an accurate determination of the energy $E_\gamma = 27.72 \pm 0.06$ keV of the lowest gamma transition in ^{129}I and a measurement of its total conversion coefficient $\alpha = 4.8 \pm 0.4$ by means of a Mössbauer experiment.

SAMENVATTING

In dit proefschrift worden spectroscopische eigenschappen beschreven van laag-energetische niveaus van kernen die het Mössbauer effect vertonen. Om Mössbauer spectra te interpreteren is het van belang de eigenschappen van deze niveaus, die van de grondtoestanden en die van de overgang er tussen nauwkeurig te kennen. Dit wordt beschreven in hoofdstuk 1. Het verband tussen de parameters van een Mössbauer spectrum en kernspectroscopische parameters, waarvan sommige in dit onderzoek zijn bestudeerd, wordt behandeld.

De vertraagde coincidentiemethode voor het meten van levensduren (één van de kernspectroscopische parameters) wordt in hoofdstuk 2 behandeld. Voor de volledigheid zijn ook andere methoden om de levensduur te bepalen in het kort genoemd. Gammalijnen die een voldoende groot Mössbauer effect vertonen worden geëmitteerd door deexcitatie van laag-energetische kernniveaus met levensduren van ongeveer 0.1 tot 100 ns, dus juist in het gebied waar de vertraagde coincidentie methode de meest nauwkeurige resultaten oplevert.

In hoofdstuk 3 worden de instrumenten beschreven die bij de experimenten gebruikt zijn. De meeste aandacht wordt besteed aan het ijkcircuit van de levensduur opstelling. Deze bevat een puls-paar generator die multiplier pulsen nabootst en een ontvanger die af te stemmen is op frekwenties tussen 10 en 500 MHz. Met behulp van dit ijkcircuit kan onze levensduuropstelling geijkt worden voor het meten van halveringstijden tussen 0.1 en 100 nanoseconden. Een automatisch werkend apparaat voor het meten van gamma-gamma hoekcorrelaties wordt ook beschreven in dit hoofdstuk.

In de hoofdstukken 4 t/m 7 wordt verslag gedaan van de metingen aan laag-energetische niveaus in de kernen ^{57}Fe , ^{119}Sn , ^{129}I en ^{133}Cs .

De resultaten van onze levensduur metingen worden gegeven in de tabel op blz. 98.

Er zijn hoekcorrelaties van twee gamma-gamma cascades in ^{133}Cs en ^{129}I gemeten. De anisotropie van de 356 keV-81 keV gamma-gamma cascade in ^{133}Cs is vaker gemeten

en was daarom geschikt om de experimentele opstelling te testen. Indien de gemeten hoekcorrelatie aangepast wordt aan

de uitdrukking $W(\theta) = \sum_{\substack{k=0 \\ k \text{ even}}}^{k_{\max}} A_{kk} P_k(\cos \theta)$, waarin P_k Legendre

polynomen voorstellen, vinden we voor de genormaliseerde ontwikkelingscoëfficiënten

$$A_{22} = 0.0352 \pm 0.0022$$

$$A_{44} = 0.0045 \pm 0.0029.$$

Hieruit volgt een waarde $\delta = -0.150 \pm 0.003$ voor de E2/M1 mengverhouding van de 81 keV overgang. Onze resultaten zijn in overeenstemming met de resultaten van andere onderzoekers.

De weinige bekende metingen van de hoekcorrelatie van de 455 keV-27.7 keV gamma-gamma cascade in ^{129}I zijn niet met elkaar in overeenstemming. Onze metingen tonen een kleine anisotropie:

$$A_{22} = -0.0148 \pm 0.0029$$

$$A_{44} = -0.0068 \pm 0.0043.$$

Hieruit konden mogelijke waarden van de E2/M1 mengverhouding van de 455 keV overgang bepaald worden. Deze zijn samengevat in tabel 7.3 van hoofdstuk 7.

In het laatste hoofdstuk worden een nauwkeurige bepaling van de energie $E_\gamma = 27.72 \pm 0.06$ keV van de laagste overgang in de kern ^{129}I en een meting van de totale conversiecoëfficiënt van deze overgang $\alpha = 4.8 \pm 0.4$ uit een Mössbauer proef beschreven.